УДК 631.3.658.382

**КОМПЛЕКСНАЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ**

**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ**

**Черкасова Н.И.**

Россия, г. Барнаул, АлтГТУ

 **Семичевский П.И.**

Россия, г. Москва, МГАУ

Рассмотрены аварийные и нормальные эксплуатационные режимы электроустановок, приводящие к электропоражению и электропатологии крупного рогатого скота на фермах. Рассмотрены принципы построения комплексной системы обеспечения электробезопасности животных.

Considered normal operating modes and emergency electrical installations, resulting in èlektroporaženiû and èlektropatologii of cattle on farms. The principles of building an integrated system to ensure electrical safety.

Проблема электробезопасности сельскохозяйственных животных при использовании электроэнергии на фермах требует пристального внимания. Протяженные металлические части (трубы системы автопоения и вакуумных насосов, навозоуборочные транспортеры, рельсовые пути и др.), соединенные с нулевым проводом, хорошо проводящий пол, агрессивные пары и газы, а также повышенная влажность воздуха способствуют поражению электрическим током.

Поражение животных возникает, главным образом, при попадании электрического потенциала на открытые и сторонние проводящие части. Установлено, что около 50% животных были поражены в результате контакта с автопоилками при однофазных коротких замыканиях, 30% - при выносе потенциала по нулевому проводу, 2% - при ошибочном подключении к корпусам электродвигателей фазного провода вместо нулевого. Кроме того, животные поражались электрическим током при обрыве фазного провода сети 0,38 кВ и замыкании его на землю (11%) а также из-за нарушения правил техники безопасности при подключении сварочных аппаратов (7%). [1].

Для определения напряжения прикосновения при различных случаях электротравмирования были рассмотрены наиболее характерные схемы аварийных режимов. Установлено, что напряжение прикосновения может достигать от 30 до 4000 В.

Время отключения короткого замыкания электрической защитой может достигать нескольких десятков секунд, что создает смертельную опасность для животных.

В качестве поражающих факторов обычно принимается напряжение прикосновения и шаговое напряжение[[1]](#footnote-1). Естественно, что в обоих случаях поражение вызывается током, протекающим по телу животного. Величина тока и время его воздействия определяют характер поражения.

В сельскохозяйственных и животноводческих помещениях для обеспечения безопасности животных установлены следующие нормы [2].

В нормальном режиме электроустановок в зоне размещения животных предельно допустимое напряжение прикосновения для исключения электропатологии не должно превышать 0,2 В.

В аварийном режиме электроустановки напряжение прикосновения не должно превышать значений, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

Нормированные значения напряжения прикосновения для животных

|  |  |
| --- | --- |
| Время возможного воздействия напряжения прикосновения, *с* | Наибольшее допустимое напряжение прикосновения, *В* |
| 0,2 | 150 |
| 0,5 | 100 |
| 1,0 | 75 |
| 5,0 | 35 |
| 10,0 | 25 |
| Свыше 10 | Не более 12 |

Необходимо иметь в виду, что на электрифицированных фермах существуют реальные условия для постоянного или периодического воздействия на животных малых электрических напряжений, которые возникают на трубопроводах и металлоконструкциях из-за падения напряжения в нулевом проводе, вызванного несимметричным режимом нагрузки.

В таблице 2 приведены условия электропоражения сельскохозяйственных животных (коров) на фермах.

Таблица 2

Ситуации, приводящие к электропоражениям животных

|  |  |
| --- | --- |
| Аварийный режим в электрической сети | Ситуация, приводящая к электропоражению животных |
| Однофазное короткое замыкание на землю в сети напряжением до 1000 В, включая обрыв и падение проводов воздушной линии (ВЛ).Замыкание на землю на стороне высокого напряжения на подстанциях 6/0,4, 10/0,4 и 35/0,4 кВ.Замыкание на землю в ВЛ напряжением 10 и 35 кВ. | Вынос электрического потенциала на заземленные (зануленные) металлоконструкции животноводческого помещения.Воздействие на животных напряжения прикосновения и шагового напряжения  |
| Однофазное короткое замыкание на корпус в сети напряжением до 1000 В.Замыкание на землю на стороне высокого напряжения на подстанции глубокого ввода напряжением 110 кВ.Замыкание на землю ВЛ напряжением 110 кВ глубокого ввода. | Существование аварийного режима более 0,5 с из-за неэффективной работы электрической защиты. |

Некоторые данные свидетельствуют о том, что на фермах КРС в течение суток напряжение на металлоконструкциях может достигать 2,5 … 16 В [3]. Такое напряжение не вызывает смертельных исходов, но может оказать определенное негативное воздействие на животных. Имеются данные, указывающие на снижение удойности коров на 20 … 30% [4], задержки молокоотдачи [5]. Отмечается также, что при постоянном воздействии на животных напряжения 1 В, появляющееся на автопоилках, вызывает угнетающее воздействие, приводящее к безуспешной попытки потребления воды [6].

Отмеченное обстоятельство явилось основанием для рассмотрения проблемы электробезопасности животных не только с позиции защиты от электропоражения, но и устранения электропатологий крупного рогатого скота. При этом под электропатологией условимся понимать снижение продуктивности животных (уменьшение молокоотдачи и качества молока у дойных коров, снижение прироста веса находящегося на откорме животного) под воздействием малых электрических напряжений.

В таблице 3 приведены условия возникновения электропатологий животных.

Таблица 3

|  |  |
| --- | --- |
| Нормальный эксплуатационный режим | Ситуация, приводящая к электропатологии |
| Несимметричный режим трехфазной электрической сети при смешанной нагрузке | Появление на корпусах электрооборудования и заземленных металлоконструкциях малых электрических потенциалов |
| Занос электрического потенциала по нулевому проводу линии 0,38 кВ извне на все зануленные металлоконструкции животноводческого помещения | Воздействие на животных напряжения прикосновения и шагового напряжения  |

Решение проблемы комплексной электробезопасности животных, на наш взгляд, должно идти по двум направлениям:

- обоснование пороговых (минимальных) значений электрического тока и напряжения, вызывающих какие-либо регистрируемые изменения функционального состояния организма животных;

- изучение характера влияния функциональных изменений, обусловленных действием тока, на продуктивность животных.

Термин «пороговый ток» должен означать минимальную величину электрического тока, проходящего через организм животного, и способную вызвать регистрируемую ответную реакцию при условии длительного воздействия. Известна попытка экспериментального определения «порогового тока» для крупного рогатого скота [6]. Авторы в качестве регистрируемой информации избрали двигательные и поведенческие реакции животных. Такой подход, на наш взгляд, представляется упрощенным, поскольку защитные реакции животных не могут быть использованы в качестве критериев оценки пороговых значений электрического тока, так как они вызваны его местным раздражающим влиянием на рецепторный аппарат кожи. Объективным критерием пороговых величин токов и напряжений может служить только комплексная оценка функциональных изменений основных систем жизнеобеспечения организма.

Анализ поражающих значений электрического тока показал, что наибольшей чувствительностью к нему обладают сердечно-сосудистая и дыхательная системы. Поэтому наиболее приемлемыми в качестве регистрируемой информации могут быть показатели, характеризующие функциональное состояние этих двух систем. Выявить тонкие изменения частоты биения и возбудимости сердца, циркуляторные реакции, изменения частоты и глубины дыхания позволяют электрокардиография, электроплятизмография и пневмография.

Опыты, проведенные в Алтайском крае [7] позволили установить, что дойные коровы проявляют высокую чувствительность к электрическому току. При продолжительном воздействии на них малых напряжений (1 В) обнаружено снижение удоев на 10%, жирности молока на 7%, а также снижение содержания белка в молоке на 20%.

Целью проводимых исследований является разработка защитных мероприятий, исключающих превышение установленных значений потенциалов. В качестве таких мероприятий наиболее перспективным представляется применение комплексной защиты, включающей защитное отключение с выравниванием электрических потенциалов и с разделением нулевых рабочих и защитных проводов в распределительной сети 0,38 кВ. Разделение проводов исключает появление электрического напряжения на зануленном технологическом оборудовании из-за несимметрии нагрузки, так как нулевой рабочий провод не связан с металлоконструкциями. Система выравнивания потенциалов снижает до допустимых значений напряжения, наведенные блуждающими токами и токами короткого замыкания на металлоконструкциях. Необходимо отметить, что разделение нулевых рабочих и защитных проводов является обязательным условием для установки высокоэффективных устройств защитного отключения по току утечки, предназначенных для предотвращения электропоражений животных при коротком замыкании в электрооборудовании. Разделение нулевых рабочих и защитных проводов не связано со значительными материальными затратами, поскольку нередко требуется только изолировать нулевой рабочий провод от корпусов электрических аппаратов и щитов, роль защитного провода в этом случае выполнит система заземления.

Литература

1. Никольский О. К. Системы обеспечения электробезопасности в сельском хозяйстве / О. К. Никольский. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1977. – 192 с.

 2. Основы электромагнитной совместимости: учебник для вузов / Р. Н. Карякин, Л. В. Куликова, О. К. Никольский, А. А. Сошников, Н. Т. Герцен, Т. В. Еремина, А. А. Зайцев; под ред. Р. Н. Карякина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Барнаул: ОАО «Алтайский дом печати», 2009. – 470 с.

3. Дороченский В. Д. О защите крупного рогатого скота от поражения электрическим током / В. Д. Дороченский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1984. – № 6. – С. 47-55.

4. Whittlestome W. G., Harper N., Electrical leakages on the Milking Machine mey Reduce Milk Produetion, Milk Boord Vournal, Dee, 1962.

5. Мошиашвили И. Я. Причины задержки молока у коров при машинном доении / И. Я. Мошиашвили // Ветеринария. – 1961. – № 5. – С. 254-262.

6. Казимир А. П., Прудников Н. И. О вредном воздействии электрического напряжения на животных / А. П. Казимир, Н. И. Прудников // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1982. – № 6. – С. 40-46.

7. Васильев В. П., Киселев В. Д., Никольский О. К., Сошников А. А. Методика определения критериев электробезопасности сельскохозяйственных животных / В. П. Васильев, В. Д. Киселев, О. К. Никольский, А. А. Сошников // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1986. – № 6. – С. 92-100.

**Черкасова Нина Ильинична** – к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Электроэнергетика» Рубцовский индустриальный институт Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова, 656038, г. Барнаул, пр-т Ленина 46, каф. ЭЭ,

тел.: (38557) 5-98-75, E-mail: 4ercas@bk.ru

**Семичевский Петр Иванович** – к.т.н., профессор кафедры «Электроснабжение сельского хозяйства» Московского государственного агроинженерного университета им. В.П. Горячкина, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 58, каф. ЭСХ,

тел. (499) 976 36 40

1. Под напряжением прикосновения будем понимать напряжение, прикладываемое к цепи «носовое зеркало – ноги» или «шея – ноги». Шаговое напряжение – разность электрических потенциалов, приложенных к цепи «задние - передние ноги». [↑](#footnote-ref-1)